

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-329751

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

H05B 33/26

G09F 9/30

H05B 33/10

H05B 33/14

H05B 33/22

(21)Application number : 11-070351

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 16.03.1999

(72)Inventor : FUJII SUKEYUKI

(30)Priority

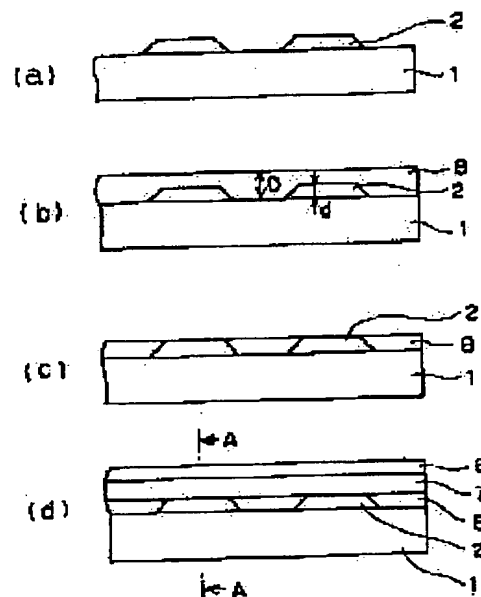
Priority number : 10 68568 Priority date : 18.03.1998 Priority country : JP

## (54) MANUFACTURE OF ORGANIC LIGHT EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method capable of manufacturing, with a simple process, an organic light emitting element which can uniformly and stably emit light throughout each picture element region interposed between a first electrode and a second electrode and of which second electrode is hardly damaged.

SOLUTION: This manufacturing method for an organic light emitting element wherein an organic electroluminescent layer 7 is formed between first electrodes 2 and second electrodes 6 forms the first electrodes 2 on the main surface of a board, and thereafter forms an insulation layer 8 on the first electrodes 2 and regions among the first electrodes 2 so as to cover the first electrodes 2 in a manner that makes its surface substantially flat, removes the surface of the insulation layer 8 until the clean surfaces of the first electrodes 2 are exposed to make the surface of the insulation layer 8 flush with the surfaces of the first electrodes 2, and thereafter forms an organic electroluminescent layer 7 and the second electrodes 6 on them.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 3 2 9 7 5 1

(43) 公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 1 1 月 3 0 日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H05B 33/26			H05B 33/26	Z
G09F 9/30	365		G09F 9/30	C
H05B 33/10			H05B 33/10	
33/14			33/14	A
33/22			33/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数 2 2 O L (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平 1 1 - 7 0 3 5 1

(22) 出願日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 3 月 1 6 日

(31) 優先権主張番号 特願平 1 0 - 6 8 5 6 8

(32) 優先日 平 1 0 (1 9 9 8) 3 月 1 8 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 0 0 0 0 0 1 8 8 9  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 藤井 祐行  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

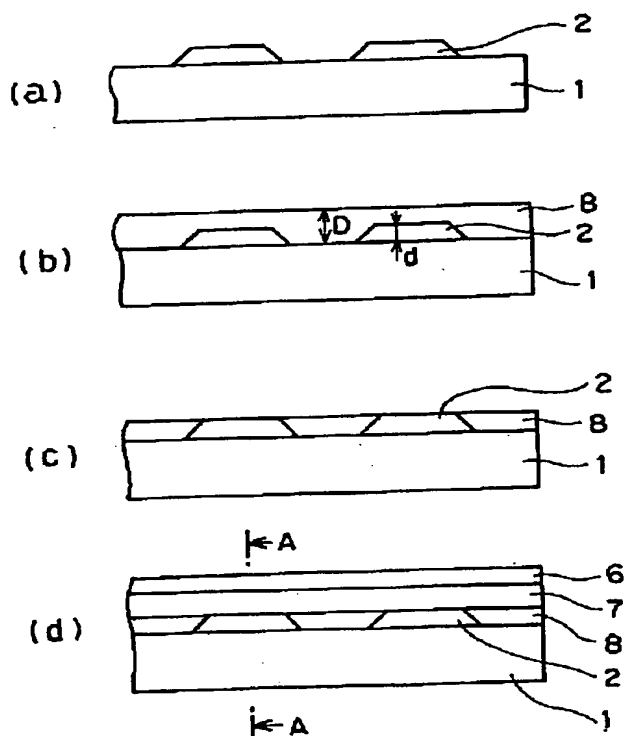
(74) 代理人 弁理士 目次 誠

## (54) 【発明の名称】 有機発光素子の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 第 1 電極 2 と第 2 電極 6 とに挟まれる画素の領域全体に渡って、均一にかつ安定して発光させることができ、第 2 電極 6 が損傷を受け難い有機発光素子を簡易な工程で製造することができる製造方法を提供する。

【解決手段】 第 1 電極 2 と第 2 電極 6 の間に有機電界発光層 7 が形成された有機発光素子の製造方法であって、第 1 電極 2 を基板の主面上に形成した後、第 1 電極 2 を覆うように、第 1 電極 2 の上及び第 1 電極 2 間の領域の上に、その表面が実質的に平坦になるように絶縁物層 8 を形成し、該絶縁物層 8 の表面を第 1 電極 2 の清浄な表面が露出するまで除去し、絶縁物層 8 の表面と第 1 電極 2 の表面とを一致させた後、その上に有機電界発光層 7 及び第 2 電極 6 を形成する製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の主面上に複数の第 1 電極を互いに離間して形成する工程と、

前記第 1 電極を覆うように、前記第 1 電極の上及び前記第 1 電極間の領域の上に、その表面が実質的に平坦になるように絶縁物層を形成する工程と、

前記絶縁物層の表面を前記第 1 電極の清浄な表面が露出するまで除去し、前記絶縁物層の表面と前記第 1 電極の表面とを一致させる工程と、

除去後の前記絶縁物層及び露出した前記第 1 電極の上に有機電界発光層を形成する工程と、

前記有機電界発光層の上に第 2 電極を形成する工程とを備える有機発光素子の製造方法。

【請求項 2】 前記絶縁物層が、実質的に絶縁性の高分子から形成されている請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 3】 前記実質的に絶縁性の高分子が加熱状態で流動性を有する物質である請求項 2 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 4】 前記絶縁物層を形成する工程が、前記実質的に絶縁性の高分子を溶融した液体を前記第 1 電極を覆うように付着させた後、これを冷却凝固することにより絶縁物層を形成する工程である請求項 2 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 5】 前記実質的に絶縁性の高分子を溶融させた液体を前記第 1 電極の上にキャストすることにより前記第 1 電極を覆うように付着させる請求項 4 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 6】 前記実質的に絶縁性の高分子を溶媒で溶解した溶液を、前記第 1 電極の上にキャストした後、溶媒を除去することにより、前記絶縁物層を形成する請求項 2 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 7】 前記絶縁物層の屈折率が、前記第 1 電極の屈折率よりも小さくなるように、前記絶縁物層を形成する物質が選ばれる請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 8】 前記絶縁物層の屈折率が、前記第 1 電極の屈折率よりも 3 % 以上小さい請求項 7 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 9】 前記絶縁物層が、屈折率 1. 9 未満の物質から形成される請求項 7 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 0】 前記絶縁物層を除去する工程が、酸素を含む雰囲気中での紫外線照射によるエッチングにより行われる請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 1】 エッチングを行う際の雰囲気、オゾン濃度  $0. 0 1 \text{ g/m}^3$  以上である請求項 1 0 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 2】 前記エッチングは、前記第 1 電極のイオン化ポテンシャルの絶対値が、4. 7 エレクトロンボ

ルト以上となるように行われる請求項 1 0 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 3】 前記エッチングは、前記第 1 電極に直接接する有機電界発光層の構成層の物質のイオン化ポテンシャルと、前記第 1 電極のイオン化ポテンシャルの差が、0. 3 エレクトロンボルト以下となるように行われる請求項 1 0 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 4】 前記絶縁物層の除去工程が、プラズマエッチングによって行われる請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 5】 エッチングを行う際の雰囲気、オゾン濃度  $0. 0 1 \text{ g/m}^3$  以上である請求項 1 4 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 6】 前記エッチングは、前記第 1 電極のイオン化ポテンシャルの絶対値が、4. 7 エレクトロンボルト以上となるように行われる請求項 1 4 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 7】 前記エッチングは、前記第 1 電極に直接接する有機電界発光層の構成層の物質のイオン化ポテンシャルと、前記第 1 電極のイオン化ポテンシャルの差が、0. 3 エレクトロンボルト以下となるように行われる請求項 1 4 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 8】 前記有機電界発光層が、発光層と、有機質ホール注入輸送層及び／または有機質電子注入輸送層とを備える請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 1 9】 前記第 1 電極が、複数の帯状の電極である請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 0】 前記第 2 電極が、前記第 1 電極と実質的に垂直な方向に延びる複数の帯状の電極である請求項 1 9 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 1】 前記基板は、薄膜トランジスタが形成された基板であり、前記第 1 電極が薄膜トランジスタのドレイン電極またはソース電極である請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 2】 前記基板は、薄膜トランジスタが形成された基板であり、前記第 1 電極が、薄膜トランジスタのドレイン電極またはソース電極に接続された電極である請求項 1 に記載の有機発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機物質のエレクトロ・ルミネッセンス (E L) 現象を利用した有機発光素子の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 電界発光 (エレクトロ・ルミネッセンス) 素子としては、有機電界発光素子と無機電界発光素子とが知られており、特に有機電界発光素子は低い電圧で駆動することができるので、近年ディスプレイとして使用されるようになってきている。

【0 0 0 3】 図 4 は、有機電界発光素子を用いたディス

プレイを示す断面図である。ガラス基板 1 の上には、図 4 の紙面に対して垂直方向に延びる複数の帯状の透明電極 2 がそれぞれ平行になるように形成されている。この透明電極 2 が第 1 電極となる。透明電極 2 を含む基板 1 の上の全面には、有機電界発光層 7 が形成されている。有機電界発光層 7 の上には、透明電極 2 と交叉するように複数の帯状の第 2 電極である背面電極 6 が形成されている。透明電極 2 と背面電極 6 とに挟まれることにより 1 つの EL セルが形成され、これが 1 画素となっている。

【0004】有機電界発光層 7 は、有機質ホール注入輸送層、発光層、及び有機質電子注入輸送層が順次積層することにより構成されている。透明電極 2 の厚みに比べ、有機電界発光層 7 の厚みはそれ程厚くないため、図 4 に示すように、透明電極 2 のエッジ部において、背面電極 6 との間で挟まれる有機電界発光層 7 の部分、すなわち図 4 に N 部として示す部分の厚みが薄くなる。特に、有機電界発光層 7 を真空蒸着法などのドライプロセスで積層して形成した場合に有機電界発光層 7 が透明電極 2 の凹凸に沿って形成されるため、N 部の厚みが薄くなる。透明電極 2 の中央部にある M 部では有機電界発光層 7 の厚みが厚く抵抗が大きくなる。この結果、画素の領域のうち、厚みの薄い N 部では、厚みの厚い M 部に比べ、より大きな電流が流れる。従って、有機電界発光層 7 の N 部が明るく発光するようになり、発光が不均一になると共に、耐電圧性が低下する。

【0005】また、図 4 に示すように、背面電極 6 の表面にも凹凸が生じるため、背面電極 6 の凸部が損傷を受けたり、背面電極 6 に亀裂が入ったりする場合もある。このような問題を解決する方法として、電極が埋め込まれた平坦な表面の上に有機電界発光層を形成する方法が考えられる。特開昭 5 7 - 1 8 5 6 0 7 号公報には、表面が平坦なパターン電極を形成する方法が開示されている。

【0006】図 5 は、該公報に開示されたパターン電極の製造工程を示す断面図である。図 5 (a) に示すように、ガラス基板 1 の上に透明電極 2 を形成する。次に、図 5 (b) に示すように、透明電極 2 の上に、パターニングされたフォトレジスト 9 を形成し、図 5 (c) に示すように、エッチング液を用いるウェットプロセスによって、フォトレジスト 9 をマスクとして、透明電極 2 をエッチングすることによりパターニングする。

【0007】次に、図 5 (d) に示すように、絶縁物層 8 を透明電極 2 の上及びそれ以外の領域のガラス基板 1 の上に形成する。絶縁物層 8 の厚みは、透明電極 2 の厚みとほぼ同じになるように形成する。

【0008】該公報によれば、剥離液を侵入させるかあるいはプラズマエッチング等により、フォトレジスト 9 の上の絶縁物層 8 をフォトレジスト 9 と共に除去することにより、図 5 (e) に示すような平坦な表面を有する

パターン電極を形成することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際には、プラズマエッチングによって、フォトレジスト 9 上の絶縁物層 8 をフォトレジスト 9 と共に除去する方法は、以下の理由により不可能であると考えられる。

【0010】すなわち、透明電極 2 の上にはフォトレジスト 9 と絶縁物層 8 が積層されており、その合計の厚みは、透明電極 2 が設けられていないガラス基板 1 上の絶縁物層 8 の厚みよりも厚くなる。従って、透明電極 2 上の絶縁物層 8 及びフォトレジスト 9 を共にプラズマエッチングで除去すると、透明電極 2 が設けられていないガラス基板 1 上の絶縁物層 8 も除去されてしまい、図 5 (e) に示すような平坦な表面を有するパターン電極を形成することができない。

【0011】従って、透明電極 2 上の絶縁物層 8 及びフォトレジスト 9 を除去するには、剥離液を用いる必要がある。剥離液を用いた場合、透明電極 2 の表面に微量の不純物が残留し易く、この上に有機質電荷注入輸送層を形成すると、その不純物によって透明電極から有機質電荷注入輸送層への電荷の注入が阻害され、特性が劣化するという問題があった。なお、このような不純物としては、フォトレジストに含まれる高分子量の成分や、剥離液に含まれる水分その他の不純物が挙げられ、この不純物が透明電極の表面に物理的及び／または化学的に吸着される。

【0012】従って、上記公報に開示された方法では、剥離液を用いて平坦なパターン電極を形成した後、透明電極の表面の微量の不純物を除去するための工程を設ける必要があり、有機発光素子の製造工程が複雑になり、費用も増大するという問題があった。

【0013】本発明の目的は、第 1 電極と第 2 電極とに挟まれる画素の領域全体に渡って、均一にかつ安定して発光させることができ、第 2 電極が損傷を受け難い有機発光素子を簡易な工程で製造することができる製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の製造方法は、基板の主面上に複数の帯状の第 1 電極を互いに離間して形成する工程と、第 1 電極を覆うように、第 1 電極の上及び第 1 電極間の領域の上に、その表面が実質的に平坦になるように絶縁物層を形成する工程と、絶縁物層の表面を第 1 電極の清浄な表面が露出するまで除去し、絶縁物層の表面と第 1 電極の表面とを一致させる工程と、除去後の絶縁物層及び露出した第 1 電極の上に有機電界発光層を形成する工程と、有機電界発光層の上に第 2 電極を形成する工程とを備えている。

【0015】本発明において、絶縁物層は、好ましくは、絶縁性の高分子から形成される。絶縁性の高分子としては、加熱により流動性となる物質が好ましく、熱可

塑性樹脂、熱硬化性樹脂及び光硬化性樹脂が好ましく用いられる。絶縁物層を絶縁性の高分子から形成することにより、有機発光素子を製造した後、低分子物質を用いた場合に比べ、絶縁物層の経時変化が少なく、寿命の長い有機発光素子とすることができる。

【0016】絶縁性の高分子からなる絶縁物層を形成する方法として、絶縁性の高分子を溶解した液体を第1電極を覆うように付着させた後、これを冷却凝固することにより絶縁物層を形成する方法が挙げられる。具体的には、第1電極の上に、高分子を溶解させた液体をキャスト

10 ティングすることにより第1電極を覆うように付着させ絶縁物層を形成することができる。

【0017】絶縁性の高分子を用いて絶縁物層を形成する他の方法としては、高分子を溶媒で溶解した溶液を、第1電極の上にキャストした後、溶媒を除去することにより絶縁物層を形成する方法が挙げられる。

【0018】本発明においては、絶縁物層の屈折率が、透明電極の屈折率よりも小さくなるように、絶縁物層を形成する物質が選ばれることが好ましい。例えば、ITOにより形成した透明電極の屈折率が1.9である場合

20 には、屈折率1.9未満の物質から絶縁物層を形成することが好ましい。絶縁物層の屈折率は、透明電極の屈折率よりも3%以上小さいことが好ましく、10%以上小さいことがより好ましく、15%以上小さいことがさらに好ましい。

【0019】絶縁物層の屈折率を第1電極の屈折率よりも小さくすることにより、発光層から放出される光が第1電極に導かれる効率が向上する。また、第1電極に導かれた光は、絶縁物層へ漏れ出すことなく、基板を介して放出されるので、光の取出し効率が向上し、消費電力

30 の小さい有機発光素子とすることができる。

【0020】本発明において、絶縁物層を除去する工程は、酸素を含む雰囲気中での紫外線照射によるエッチングにより行われることが好ましい。このようなエッチングにおいては、第1電極の表面に付着または吸着した絶縁物及び不純物を、紫外線照射により光励起し、酸素と反応させて酸化分解することができる。従って、第1電極の表面を非常に清浄な状態にすることができる。

【0021】上記紫外線照射によるエッチング、またはプラズマエッチング等のドライエッチングを行う際の雰囲気は、オゾン濃度が0.01g/m<sup>3</sup>以上であることが好ましい。このようなオゾン濃度とすることにより、第1電極の表面に付着または吸着した絶縁物及び不純物の酸化分解を促進することができ、速い速度で第1電極の表面を清浄化することができる。

【0022】第1電極に直接に接する有機電界発光層を構成する層（例えば、有機質ホール注入輸送層）の物質のイオン化ポテンシャルと、第1電極のイオン化ポテンシャルの差が小さいほど、第1電極から、第1電極に直接に接する有機電界発光層中の層へのキャリアーの注入

が容易になることが、物質間の電子移動の一般的な理論から推定される。従って、第1電極に直接に接する有機電界発光層中の層のイオン化ポテンシャルとの差が小さくなるように、上記第1電極のエッチングを行うことにより、第1電極の表面を第1電極に直接に接する有機電界発光層中の層へのキャリアーの注入に適した状態とすることができ、駆動電圧の低い有機発光素子とすることができる。第1電極に直接に接する有機質ホール注入輸送層等の有機電界発光層を構成する層の物質のイオン化ポテンシャルと、第1電極のイオン化ポテンシャルの差は、0.3エレクトロンボルト以下とするのが好ましく、0.2エレクトロンボルト以下とするのがより好ましい。

【0023】また、上記エッチングは、第1電極のイオン化ポテンシャルの絶対値が、4.7エレクトロンボルト以上となるように行われることが好ましく、4.8エレクトロンボルト以上となるように行われることがより好ましい。この第1電極のイオン化ポテンシャルの絶対値は、真空順位の値を基準値の0とするときの値である。

【0024】本発明においては、絶縁物層の除去を、プラズマエッチングによって行ってもよい。本発明における有機電界発光層は、例えば、発光層と、有機質ホール注入輸送層及び／または有機質電子注入輸送層とを備えている。具体的には、有機質ホール注入輸送層、発光層、及び有機質電子注入輸送層を積層した3層構造のものや、有機質ホール注入輸送層と発光層からなる2層構造のものや、発光層と有機質電子注入輸送層からなる2層構造のものなどが挙げられる。また、4層以上の多層構造のものであってもよい。

【0025】本発明の有機発光素子は、従来から公知の種々の駆動方式を採用することができる。例えば、単純マトリックス方式であってもよいし、TFTによるアクティブマトリックス方式であってもよい。

【0026】単純マトリックス方式の有機発光素子の場合、基板上に形成される第1電極は、複数の帯状の電極として形成される。また、第2電極は、第1電極と実質的に垂直な方向に延びる複数の帯状の電極となるように形成される。この場合、絶縁物層の表面と第1電極の表面を一致させる工程の後で、特開平8-315981号公報に開示された公知の方法に従って、第1電極を露出させた基板の上に複数の電気絶縁性の隔壁を、第1電極と実質的に垂直な方向に延びるように形成した後、順次、有機電界発光層と、第2電極とを形成するようにしてもよい。

【0027】TFTアクティブマトリックス方式の場合には、薄膜トランジスタ（TFT）が形成された基板上に第1電極が形成される。この場合第1電極は、薄膜トランジスタのドレイン電極またはソース電極であってもよいし、ドレイン電極またはソース電極に接続された電

極であってもよい。さらに、公知の方法に従って、T F Tと第1電極との間に、平坦化された層間絶縁膜を配し、層間絶縁膜に設けられたコンタクトホールを介して第1電極とT F Tのドレイン電極またはソース電極とを電氣的に接続するようにしたものであってもよい。

#### 【0028】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に従う第1の実施形態の有機発光素子の製造工程を示す断面図である。図1(a)を参照して、絶縁基板であるガラス基板1の上に、複数の帯状の透明電極2をそれぞれ平行にパターニングして形成する。透明電極2は、紙面に対して垂直方向に延びている。透明電極2の厚みは、例えば200nmであり、80nm~2μmの範囲で変更可能であり、好ましくは100nm~1μmの範囲で変更可能である。

【0029】本実施例では、透明電極2は酸化インジウム錫(I T O)を用いて形成している。そのパターニング方法は、F e C l<sub>3</sub>を含む塩酸水溶液によるウェットエッチング法を用いることができ、他の公知の方法を用いてもよい。

【0030】次に、図1(b)を参照して、透明電極2を含むガラス基板1上の全面に、絶縁物層8を形成する。絶縁物層8は、25℃における密度が0.915g/cm<sup>3</sup>の長鎖分岐状の分子構造を有する融点115℃の低密度ポリエチレンから形成する。低密度ポリエチレンの25℃における密度は、0.90g/cm<sup>3</sup>~0.93g/cm<sup>3</sup>の範囲で変更してもよい。また、融点は107℃~120℃の範囲で変更してもよい。この低密度ポリエチレンを190℃で溶融させ、得られた融液をキャストリングすることにより絶縁物層8を形成する。ポリエチレンを溶融させる温度は、110℃~320℃の範囲で変更することができ、好ましくは150℃~230℃の範囲で変更することができ、さらに好ましくは170℃~210℃の範囲で変更することができる。

【0031】図1(b)に示すように、隣接する透明電極2の間の領域における絶縁物層8の厚みをDとする。本実施例では、厚みDを例えば1μmとする。Dは、透明電極2の厚みdを超える範囲で設定可能であり、好ましくは1.1d~4dの範囲で変更することができ、さらに好ましくは1.5d~3.0dの範囲で変更することができ、最も好ましくは2.4d~2.6dの範囲で変更することができる。

【0032】上記キャストリングの際のガラス基板1の温度は、60℃程度とし、ポリエチレンが急速に凝固しないようにすることが好ましい。ガラス基板1の温度は、0℃~105℃の範囲で変更することができ、好ましくは40℃~80℃の範囲で変更することができる。

【0033】また、キャストリングの際に、ガラス基板1を回転させ、遠心力を利用して、絶縁物層8の膜厚が不均一にならないように回転させることが好ましい。ま

た、このような回転により、絶縁物層8の表面をより平坦にすることができる。

【0034】上記のようにキャストリングすることにより、ポリエチレンの熔融液体の表面張力が作用し、絶縁物層8の表面は自然に平坦な表面として形成される。透明電極2上の部分における絶縁物層8の厚みは、(D-d)となる。

【0035】ポリエチレンを用いて形成した絶縁物層8の20℃における波長589nmのブラウンホーファー線のD線に対する屈折率は、1.51であった。なお、以下に示す屈折率は、これと同様に20℃における波長589nmに対する屈折率である。

【0036】次に、図1(c)に示すように、絶縁物層8の表面全体を、酸素を含む雰囲気中で紫外線照射することによりエッチングする。このエッチングは、透明電極2の清浄な表面が露出するまで行う。このエッチングにより、絶縁物層8の表面と透明電極2の表面とが一致するようになる。このエッチングにより、透明電極2が設けられている領域以外の領域における絶縁物層8の厚みがdとなり、透明電極2の厚みと同一になる。

【0037】上記エッチングの際、ガラス基板1の温度を60℃とした。ガラス基板1の温度は、0℃~105℃の範囲で変更することができ、好ましくは40℃~80℃の範囲で変更することができる。また、上記エッチングは、オゾン(O<sub>3</sub>)を含む酸素雰囲気中で行ったが、この酸素雰囲気は、純酸素を流量が毎分3リットルとなるように一定流量で沿面放電方式のオゾン発生器に供給することにより得た。また、紫外線は、入力電力300Wの低圧水銀ランプ2本を光源とし、波長185nm及び波長254nmに主要なピーク成分を有する紫外線を照射した。

【0038】透明電極2の清浄な表面が露出するまでの所要時間は、およそ15分間であった。この際、ランプの管壁と基板表面の最上部との距離は5mmとしたが、基板表面で十分な強度の紫外線が得られれば、距離は任意に設定することができる。

【0039】本実施例では、絶縁物層8の近傍のオゾン濃度を9.8g/m<sup>3</sup>としたが、オゾン濃度0.01g/m<sup>3</sup>以上であれば、オゾン添加による絶縁物及び不純物の酸化分解の促進の効果を期待することができる。好ましくは濃度0.1g/m<sup>3</sup>以上であり、さらに好ましくは濃度1g/m<sup>3</sup>以上であり、特に好ましくは濃度5g/m<sup>3</sup>以上である。

【0040】次に、透明電極2の露出部分を清浄化する工程を行うことなく、引き続いて、有機電界発光層7を形成した。この有機電界発光層7の上に、背面電極6を透明電極2と交差する方向に帯状の電極を複数平行に形成する。背面電極6は、真空蒸着法により形成した。

【0041】図2は、図1(d)に示すA-A線に沿う断面図である。図2に示すように、有機電界発光層7

は、有機質ホール注入輸送層3、発光層4、及び有機質電子注入輸送層5が順次積層されることにより形成されている。

【0042】透明電極2は、ITO、酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、金(Au)等から形成することができるが、本実施例ではITOから形成している。有機質ホール注入輸送層3は、トリフェニルアミン誘導体である4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine(通称「MTDA」)から形成されている。有機質ホール注入輸送層3の厚みは、本実施例では70nmであるが、例えば、10nm~80nmの範囲で変更することができる。

【0043】発光層4は、N, N'-Diphenyl-N, N'-dibenzyl[1, 1'-biphenyl]-4, 4'-diamine(通称「TPD」)を主成分として、これに5, 6, 11, 12-Tetraphenylnaphthacene(通称「Rubrene」)を重量比で5%含有させたものから形成することができる。Rubreneの重量比は0.5%~15%の範囲で変更することができ、さらには2%~6%の範囲で変更することができる。発光層4の厚みは、本実施例では20nmであるが、例えば、5nm~45nmの範囲で変更することができる。

【0044】有機質電子注入輸送層5は、Aluminum tris(quinoline-8-olate)(通称「Alq<sub>3</sub>」)から形成される。有機質電子注入輸送層5の厚みは、本実施例では60nmであるが、例えば、10nm~80nmの範囲で変更することができる。

【0045】背面電極6は、MgとInを重量比で9:1の比率で共蒸着した合金から形成される。背面電極6の厚みは、本実施例では、200nmであるが、例えば、50nm~500nmの範囲で変更することができる。また、Inの含有量は、重量比で、0.01%~95%の範囲で変更することができ、好ましくは1%~75%の範囲で、さらに好ましくは5%~25%の範囲で変更することができる。

【0046】有機質ホール注入輸送層3、発光層4、及び有機質電子注入輸送層5からなる有機電界発光層7の全体の厚みは、例えば、25nm~205nmの範囲で変更することができる。

【0047】上記の有機電界発光表示装置を駆動させるには、任意の画素に対応する電極の間に、5~20V程度の電圧を印加すればよく、このとき有機質電子注入輸送層5から発光層4へ注入された電子が、発光層4内で、有機質ホール注入輸送層3から発光層4へ注入されたホールと再結合することによって画素が発光する。

【0048】本実施例の有機電界発光表示装置において、図1(c)に示すように、透明電極2の表面と絶縁

物層8の表面とが一致しているため、この上に有機電界発光層7及び背面電極6を積層しても、有機電界発光層7及び背面電極6の表面は平坦な状態であり、凹凸形状とならない。従って、有機電界発光層7の厚みを全体的に均一な厚みとすることができる。従って、有機発光素子を駆動させた場合、電極形状に対応した均一な発光を得ることができる。また、背面電極6の表面が平坦であるため、損傷を受けることがなくなる。

【0049】次に、以上のようにして製造された有機発光素子の発光特性を評価した。透明電極2の幅と、該透明電極2と交差するように形成された背面電極6の幅をそれぞれ2mmとし、1画素あたりの発光部分の面積を4mm<sup>2</sup>とした実験用の有機発光素子について評価した。その結果、印加電圧が3Vのときに、輝度0.6cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0050】印加電圧を大きくするにつれて輝度も増大し、5V印加時には輝度80cd/m<sup>2</sup>となり、10V印加時には輝度5000cd/m<sup>2</sup>となり、15V印加時には輝度54000cd/m<sup>2</sup>となった。

【0051】この緑色発光のスペクトルを分析したところ、発光層4に含まれるRubreneの蛍光極大波長と一致し、波長562nmに最大の発光ピークが存在したので、発光はRubreneの励起状態に基づくものと考えられる。

【0052】初期輝度500cd/m<sup>2</sup>から、直流定電流電源装置を用いて、約5mA/cm<sup>2</sup>の一定電流密度となるように直流電圧を連続的に印加して、連続発光試験を行った。輝度が半減して250cd/m<sup>2</sup>に達するまでの時間である輝度半減期は、1300時間であった。

【0053】図1(c)に示す工程が終了した時点において、透明電極2の表面のイオン化ポテンシャルを測定した。その結果、真空順位を基準値の0としたとき、4.83eVの測定値が得られた。このイオン化ポテンシャルの測定は、理研計器社製の測定装置であるRiken AC-1を用いて、大気雰囲気中の紫外線照射による低エネルギー電子計数方式の原理に基づいて、室温約20℃、紫外線の光量650nW、計数時間5秒の条件で行った。

【0054】有機質ホール注入輸送層3を構成するMTDATAのイオン化ポテンシャルを測定した。試料としては、予め昇華による精製を行ったMTDATAの粉末を用い、上記と同様してイオン化ポテンシャルを測定したところ、5.0eVの測定値が得られた。

【0055】今日広く認められている電子移動の理論によれば、2つの接した層の間の電荷移動は、それぞれの層のエネルギー準位の差が小さい程容易に起こることが知られている。

【0056】イオン化ポテンシャルの値は、その物質の

最高被占有電子軌道のエネルギー準位を直接的に示す指標であるから、上記の実施例の有機発光装置において、透明電極 2 と有機質ホール注入輸送層 3 とのエネルギー準位の差は、( 5 . 0 - 4 . 8 3 ) エレクトロンボルト、すなわち 0 . 2 エレクトロンボルト以下であり、非常に小さい値である。従って、透明電極 2 から有機質ホール注入輸送層 3 への正孔の注入が非常に効率良く行われており、このため 3 V の低い印加電圧においても輝度 0 . 6 c d / m<sup>2</sup> の比較的明るい発光が得られたと考えられる。

【 0 0 5 7 】上記第 1 の実施形態においては、絶縁物層を除去する工程を、酸素雰囲気中での紫外線照射によるエッチングにより行ったが、これに代えて酸素雰囲気中のプラズマエッチングにより絶縁物層を除去した実施例を示す。ガラス基板 1 とチャンバーの温度を 2 0 ℃とし、チャンバー内の圧力を一旦 0 . 4 m P a まで減圧してから、流量 3 . 5 S C C M 、すなわち標準状態における毎分の流量 3 . 5 c m<sup>3</sup> の純酸素を導入しながら、チャンバー内の圧力を 0 . 5 P a に保ち、高周波の投入電力を 2 0 0 W として、酸素プラズマを発生させてプラズマエッチングを行った。透明電極 2 の表面が露出するまでに要する所要時間は、およそ 2 時間であった。

【 0 0 5 8 】それ以降の工程は、上記第 1 の実施形態と同様にして有機発光素子を作成した。得られた有機発光素子の特性を評価したところ、印加電圧が 3 V のときには発光が観測されず、5 V 印加時に輝度 7 c d / m<sup>2</sup> の緑色発光が得られ、1 0 V 印加時に輝度 3 0 0 0 c d / m<sup>2</sup> となり、1 5 V 印加時にはショートが発生して素子が破壊された。

【 0 0 5 9 】初期輝度 5 0 0 c d / m<sup>2</sup> から、直流電圧を連続的に印加して、連続発光試験を行ったところ、輝度半減期は約 6 0 0 時間であった。また、プラズマエッチングによる絶縁物層の除去が終了し、図 1 ( c ) に示すような状態になった時点で、透明電極 2 の表面のイオン化ポテンシャルを測定した。その結果、真空順位を基準値の 0 としたときの値として、4 . 6 4 エレクトロンボルトの測定値が得られた。

【 0 0 6 0 】上記プラズマエッチングを用いた実施例の発光素子が、紫外線照射によるエッチングを用いた実施例の発光素子に比べ優れた特性が得られなかった理由は、透明電極の表面が十分に清浄化されていなかったためと思われる。すなわち、透明電極の表面と、有機質ホール注入輸送層とのエネルギー準位の差は、( 5 . 0 - 4 . 6 4 ) エレクトロンボルト、すなわち 0 . 4 エレクトロンボルト程度であり、第 1 の実施形態の場合に比較して大きな値となっている。従って、透明電極から有機質ホール注入輸送層への正孔の注入の効率が低くなり、良好な特性が得られなかったものと考えられる。

【 0 0 6 1 】図 3 は、本発明に従う第 2 の実施形態の有機発光素子を示す断面図である。本実施例では、薄膜ト

ランジスタ 1 b が形成された基板 1 a を用いている。基板 1 a の凸部の上に第 1 電極 2 a が形成されている。この第 1 電極 2 a は、薄膜トランジスタ 1 b のドレイン電極またはソース電極であるか、あるいはドレイン電極またはソース電極に接続された電極である。

【 0 0 6 2 】図 1 に示す第 1 の実施形態と同様に、第 1 電極 2 a を覆うように絶縁物層 8 を形成した後、第 1 電極 2 a の表面が露出するまで、酸素雰囲気中での紫外線によるエッチングで絶縁物層 8 の表面を除去した後、有機電界発光層 7 及び背面電極 6 を積層して形成する。

【 0 0 6 3 】薄膜トランジスタの構成及び形成方法は、特に限定されるものではなく、例えば、特開平 8 - 5 4 8 3 6 号公報及び特開平 8 - 2 3 4 6 8 3 号公報に開示されているものを用いることができる。特に、多結晶シリコン薄膜を用いるボトムゲート型の薄膜トランジスタが好ましく用いられる。

【 0 0 6 4 】絶縁物層 8 を形成する材料としては、上記実施例では低密度ポリエチレンを用いたが、これに限定されるものではなく、熱可塑性もしくは融解性の絶縁物であれば絶縁物層 8 を構成する物質として用いることができる。

【 0 0 6 5 】絶縁物を溶融してキャストにより絶縁物層 8 を形成する場合の絶縁物層 8 を構成する物質のキャスト時の温度は、適度な流動性が得られ、かつ基板及び第 1 電極への熱的な悪影響が避けられるような温度であればよい。以下に絶縁物層を構成する物質の好適な具体例を、( ) 内にキャスト時の物質の温度の好適な範囲を付けて示す。

【 0 0 6 6 】ポリプロピレン ( 1 9 0 ℃ ~ 2 9 0 ℃ ) やポリブチレン ( 1 4 0 ℃ ~ 1 9 0 ℃ ) 等のポリオレフィン ( 1 4 0 ℃ ~ 3 2 0 ℃ ) 、メチルペンテン樹脂 ( 2 7 0 ℃ ~ 3 2 0 ℃ ) 、EVA 樹脂 ( 1 8 0 ℃ ~ 2 2 0 ℃ ) 、AS 樹脂 ( 1 8 0 ℃ ~ 2 9 0 ℃ ) 、ABS 樹脂 ( 1 9 0 ℃ ~ 2 7 0 ℃ ) 、メタクリル酸メチルースチレン共重合体 ( 1 7 0 ℃ ~ 2 6 0 ℃ ) 、ポリスチレン ( 1 8 0 ℃ ~ 2 7 0 ℃ ) 等のポリアレーン、ポリエチレンテレフタレート ( 2 7 0 ℃ ~ 3 2 0 ℃ ) 、ポリエステル ( 2 2 0 ℃ ~ 4 1 0 ℃ ) 、ポリメタクリル酸メチル ( 1 6 0 ℃ ~ 2 6 0 ℃ ) 、ポリカーボネート ( 2 8 0 ℃ ~ 3 0 0 ℃ ) 、ポリアセタール ( 1 8 0 ℃ ~ 2 4 0 ℃ ) 、ポリフェニレンエーテル ( 2 2 0 ℃ ~ 3 5 0 ℃ ) 、ポリエーテルケトン、ポリアリルエーテルケトン ( 3 8 0 ℃ ~ 4 3 0 ℃ ) 、ポリエーテルエーテルケトン ( 3 5 0 ℃ ~ 4 0 0 ℃ ) 、熱可塑性ポリイミド ( 3 4 0 ℃ ~ 4 2 5 ℃ ) 、ポリアクリロニトリル ( 1 8 0 ℃ ~ 2 1 0 ℃ ) 、ポリアミドイミド ( 3 2 0 ℃ ~ 3 7 0 ℃ ) 、ポリエーテルイミド ( 3 4 0 ℃ ~ 4 3 0 ℃ ) 、ポリアミド ( 2 3 0 ℃ ~ 3 0 0 ℃ ) 、ポリウレタン ( 2 2 0 ℃ ~ 2 7 0 ℃ ) 、ポリクロロトリフルオロエチレンやポリビニリデンフルオライド等のフッ素樹脂 ( 1 8 0 ℃ ~ 3 1 0



℃)、ポリ塩化ビニル(150℃~210℃)、ポリ塩化ビニリデン(150℃~200℃)、塩素化ポリエチレン(150℃~200℃)、ポリスルホン(330℃~400℃)、ポリエーテルスルホン(310℃~400℃)、ポリフェニレンスルフィド(310℃~340℃)、及びケイ素樹脂、ポリシロキサン、ポリシロキサンメタクリレート(170℃~290℃)等である。

【0067】有機発光素子に耐熱性を持たせるためには、絶縁物層8を構成する物質としては、融点が100℃以上のものを用いるのが好ましい。また、絶縁物層8を構成する物質としては、加熱収縮が少ないものを用いるのが好ましい。

【0068】また、有機発光素子からの光の放出効率を向上させるために、絶縁物層8を構成する物質としては、透明電極2よりも光の屈折率が小さな物質を用いるのが好ましい。

【0069】本発明の実施の形態で用いたITOからなる透明電極の屈折率は、波長589nmのD線に対して、1.9であった。屈折率が小さい絶縁物層8を構成する物質の好適な具体例を、( )内に屈折率の代表的な値を付記して以下に示す。

【0070】フッ素樹脂(1.40)、ポリメタクリル酸メチル(1.49)、ポリカーボネート(1.59)、ポリスチレン(1.59)、ポリシロキサン(1.4~1.9)。

【0071】次に、本発明に従う第3の実施形態の有機発光素子の製造について説明する。ポリエチレンの代わりに、融点155℃のポリ塩化ビニリデンを用いて、絶縁物層8を形成する以外は、上記第1の実施形態と同様にして有機発光素子を作成した。なお、ポリ塩化ビニリデンとしては、融点が150℃~205℃の範囲内の、ポリ塩化ビニリデンのホモポリマーまたはアクリロニトリルなどを含むコポリマーを用いるのが好ましい。キャストイングの際のポリ塩化ビニリデンの温度は230℃とした。このキャストイング時の温度は、例えば150℃~335℃の範囲で変更することができ、好ましくは180℃~300℃の範囲で変更することができ、さらに好ましくは205℃~265℃の範囲で変更することができる。

【0072】また、キャストイング時のガラス基板1の温度は100℃とした。このガラス基板の温度は、0℃~145℃の範囲で変更することができ、好ましくは40℃~130℃の範囲で変更することができ、さらに好ましくは70℃~115℃の範囲で変更することができる。ポリ塩化ビニリデンを用いて形成した絶縁物層8の波長589nmのD線に対する屈折率は、1.95であった。

【0073】次に、このようにして得られた有機発光素

子の発光特性を評価した。5V印加時の輝度は70cd/m<sup>2</sup>であり、10V印加時の輝度は4500cd/m<sup>2</sup>であった。従って、第1の実施形態と比較すると、輝度は約10%低くなった。これは、ポリ塩化ビニリデンの屈折率が1.95であり、ITOからなる透明電極の屈折率1.9よりも大きいため、有機発光素子内部で生じた光が、ITOからガラス基板を通して外部に放射される効率が低くなり、ポリ塩化ビニリデン層の内部で反射を繰り返しながら吸収されて損失となる割合が増加したためと考えられる。なお、有機電界発光層7を構成するTPDとAlq<sub>3</sub>の屈折率は、1.7であった。

【0074】上記実施例においては、絶縁物層を構成する物質を溶融しキャストिंगすることにより絶縁物層8を形成したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、絶縁物層を構成する物質を溶媒を用いて溶解させた溶液をキャストし、その後溶媒を乾燥させることにより絶縁物層を形成してもよい。この場合、溶媒としては、水分などの不純物が含まれないように注意深く精製した溶媒を用いるのが好ましい。また、溶媒としては、酸性の弱い物質を用いるのが好ましい。

【0075】このように溶媒で溶解した溶液を用いて絶縁物層を構成する物質の好適な具体例としては、EVA樹脂、ポリスチレン、AS樹脂、ABS樹脂、ポリメタクリル酸メチル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテル、ポリスルホン等を挙げることができる。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、絶縁物層の表面と第1電極の表面とが一致したパターン電極の上に有機電界発光層を形成することができる。従って、有機電界発光層に凹凸が形成されることがなく、有機電界発光層を均一な厚みで形成することができる。従って、有機発光素子を駆動させる場合、均一に発光させることができる。また、第2電極の表面に凹凸が形成されないため、第2電極の表面が損傷を受けることがなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う一実施例を示す断面図。

【図2】図1(d)に示すA-A線に沿う断面図。

【図3】本発明に従う他の実施例を示す断面図。

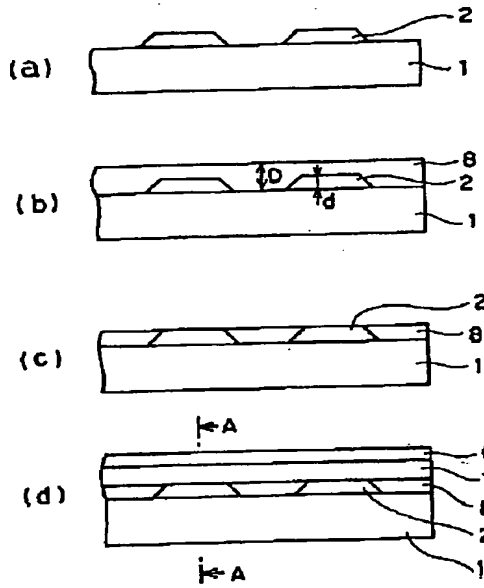
【図4】従来の有機発光素子を示す断面図。

【図5】平坦な表面を有するパターン電極の従来の製造方法を示す断面図。

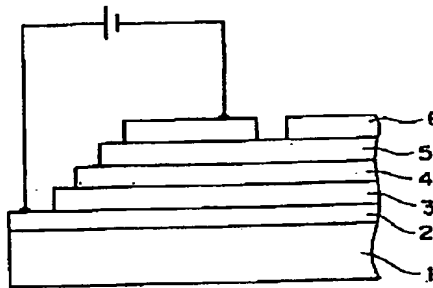
【符号の説明】

- 1…ガラス基板
- 2…透明電極
- 6…背面電極
- 7…有機電界発光層
- 8…絶縁物層

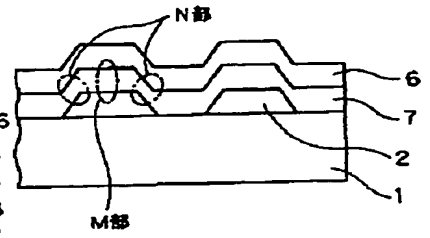
【図 1】



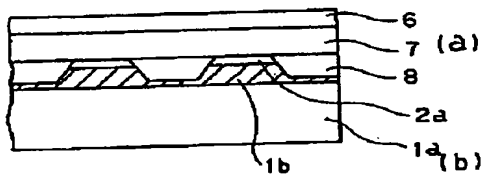
【図 2】



【図 4】



【図 3】



【図 5】

